

ETSIT UPM

Picosatélites/CubeSats

Investigación espacial de bajo coste

Ramón Martínez
ETSIT de Telecomunicación, UPM
ramon@gr.ssr.upm.es

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM

¿De qué estamos hablando?



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM

Contenidos

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
- Misiones basadas en CubeSats
- Iniciativas internacionales
- Actividades en la ETSIT-UPM
- Conclusiones

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM

Índice

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
 - Órbitas y constelaciones
 - Operación
 - Servicios y aplicaciones
 - Desarrollos españoles
 - Agentes
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
- Misiones basadas en CubeSats
- Iniciativas internacionales
- Actividades en la ETSIT-UPM
- Conclusiones

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

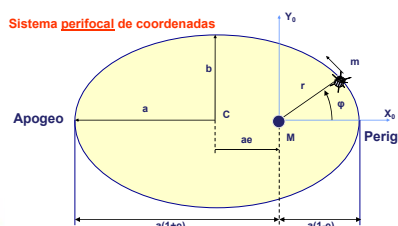
ETSIT UPM

Todo se basa en ...

Las Leyes de Kepler:

- 1º Las órbitas son planas y el satélite describe una elipse con un foco en el centro de masas de la Tierra.
- 2º El radio vector describe áreas iguales en tiempos iguales.
- 3º Los cuadrados de los periodos orbitales de dos satélites tienen la misma relación que los cubos de sus distancias medias al centro de la Tierra.

Sistema perifocal de coordenadas



$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos \phi}$$

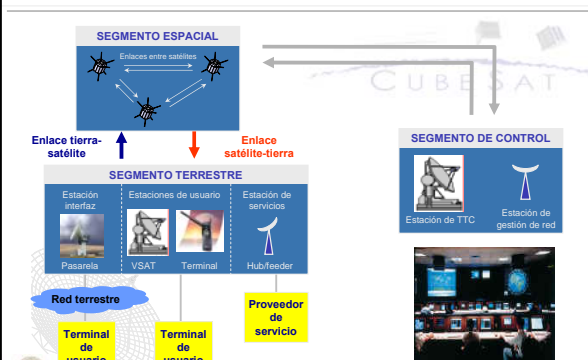
$$v = \sqrt{k \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

$$T = 2\pi \frac{a^{3/2}}{k^{1/2}}$$

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

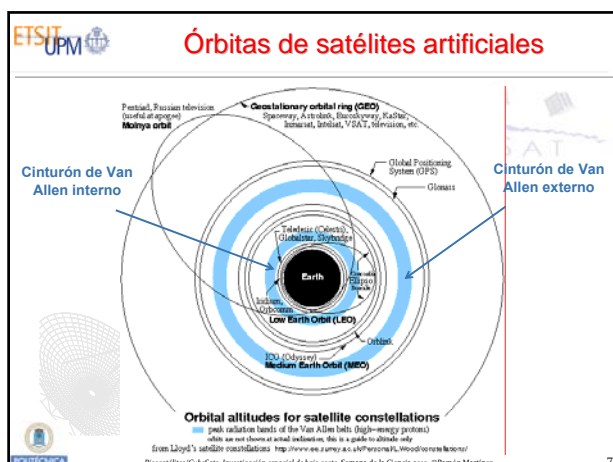
ETSIT UPM

El sistema



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Órbitas de satélites artificiales



Servicios: Comunicaciones



Servicios: Navegación por Satélite



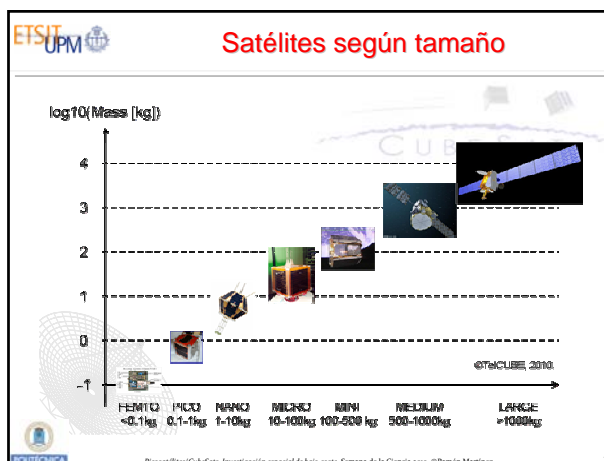
Servicios: Meteorología



Servicios: Observación de la Tierra



Satélites según tamaño



Desarrollos españoles



INTASAT (1974)

Minisat 01 (1997)
Satélite de observación

NANOSAT 01 2004

NANOSAT 1B 2009

Amazonas (2004)
Comunicaciones

UPMSAT (1995)
Carácter educativo y científico

OPTOS (2010)
Experimentación

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Actores del sector espacial



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Actores del sector espacial



AGENCIAS y GOBIERNOS
NASA, ESA, JAXA, etc.

INDUSTRIA
Fabricantes de satélites
(THALES, Astrium, Boeing)
Subsistemas
(SENER, CRISA, Casa Espacio)
Fabricantes de equipos de tierra
(INDRA, Newtec, ComTech, etc.)
Operadores
(Hispasat, Intelsat, Astra, INSA, etc.)
Desarrolladores de aplicaciones
(GMV, Deimos, etc.)
Integradores
(XSAT, Indra, etc.)

USUARIOS
Gubernamentales
Empresas
Usuarios finales
Científicos

CENTROS DE INVESTIGACIÓN
Universidades
Institutos
Centros tecnológicos

ASOCIACIONES
Proespacio, etc.

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Contenidos

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
 - ¿Por qué? Los orígenes
 - ¿Qué puede hacer un cubesat?
 - ¿Cuánto cuesta?
 - ¿Cómo se lanza?
- Misiones basadas en CubeSats
- Iniciativas internacionales
- Actividades en la ETSIT-UPM
- Conclusiones

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Satélites...



SATÉLITE GEO

35-40 m

>5000 kg

200 M€

CUBESAT

10 cm

1 kg

100-300 k€


Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

¿Qué es un Cubesat?

"A Cubesat is a 10 cm cube with a mass of up to 1.33 kg"

CubeSat Design Specification Rev. 12, The CubeSat Program, CAL POLY SLO

- Nace en 1999 de una colaboración entre los profesores **Jordi Puig-Suari** (Cal Poly) y **Robert Twiggs** (Stanford Univ)
- Es un tipo de **PICOSATÉLITE**
- Objetivo: desarrollar un **estándar** para el diseño de picosatélites de bajo coste y tiempo de desarrollo, para facilitar el **acceso al espacio** aumentando la frecuencia de los lanzamientos
- El CubeSat Project es actualmente una **colaboración internacional** abierta de más de 100 entidades con gran variedad de payloads



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Especificación de diseño

1 Kilo Watt Year




Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Definición de un CubeSat

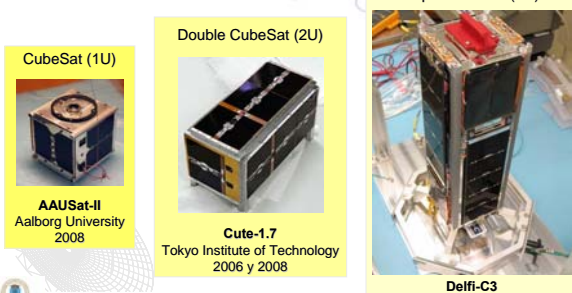
"A Cubesat is a **10 cm cube** with a mass of up to **1.33 kg**"
CubeSat Design Specification Rev. 12, The CubeSat Program, CAL POLY SLO

Triple CubeSat (3U)

CubeSat (1U)
AAUSat-II
Aalborg University
2008

Double CubeSat (2U)
Cute-1.7
Tokyo Institute of Technology
2006 y 2008

Delfi-C3
TU Delft (2008)



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

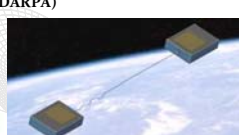
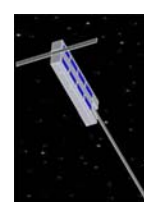
Pico-satellites (0.1-1 kg)

MEMS Picosat

- 26.01.2001 (MEMS 1A) (Minotaur)
- Experimental
- Órbita LEO (750 km x 800, 100.22°)
- Dimensiones: 2.54 x 7.6 x 10 cm
- Potencia: --
- Masa: 0.4 kg
- Misión: 3 días
- Prime: Aerospace Corp. (op. DARPA)

ARTEMIS (Thelma, Louise, JAK)

- 26.01.2000 (Minotaur)
- Experimental
- Órbita LEO (750 km x 805 km, 100.22°)
- Dimensiones: --
- Potencia: --
- Masa: 0.2-0.5 kg
- Vida útil: --
- Prime: Santa Clara University

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez


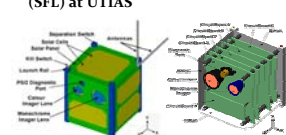
Pico-satellites (0.1-1 kg). CubeSats

UWE-1

- 27.10.2005 (Kosmos-3M)
- Experimental (probar adaptaciones de IP a entorno espacial)
- Órbita SSO (700 km, 98°)
- Dimensiones: 10 x 10 x 10 cm (3U)
- Potencia: 2W
- Masa: 1 kg
- Vida útil: 21 días operativo
- Prime: University of Würzburg

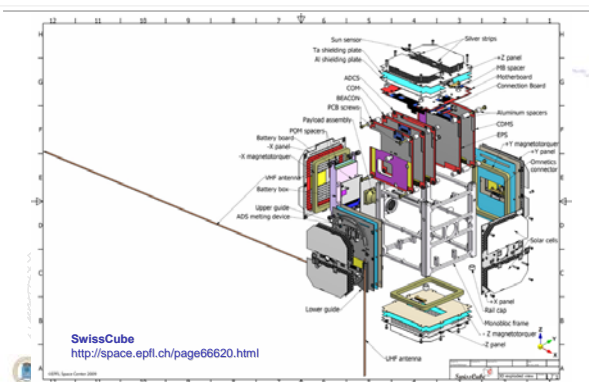
CAN-X1

- 30.06.2003 (Rockot-KM)
- Demostrador de IP a entorno espacial
- Órbita SSO (650 km)
- Dimensiones: 10 x 10 x 10 cm
- Potencia: 2W
- Masa: <1 kg
- Vida útil: --
- Developer: Space Flight Laboratory (SFL) at UTIAS

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

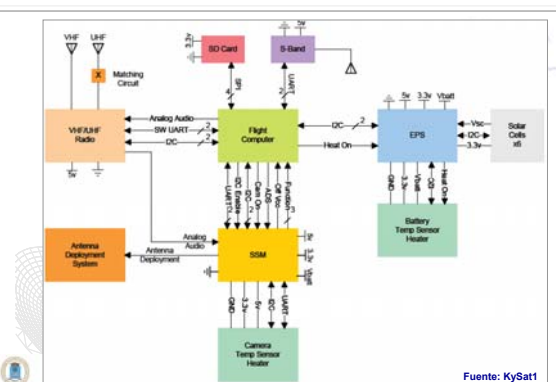
Subsistemas de un CubeSat



SwissCube
<http://space.epfl.ch/page66620.html>

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Bus (arquitectura)



Fuente: KySat1

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

Lanzamiento de CubeSats

Oceansat-2, along with Rubin 9, and 2 nos. of cubesat in view. Another set of Rubin 9, and 2 nos. of cubesat are located at the opposite side and not in view. The heat-shield is being closed.

[...] are ready for launch on September 23, 2009, at 1151 hrs IST from SDSC SHAR located at Sriharikota, Andhra Pradesh.

<http://www.isro.org/satellites/cubesat-rubin.aspx>



Dnepr Launch simulation



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2009. ©Ramón Martínez

CanSat

Standard 'CanSat':

- Size: 330 ml Soft drink Can (115x66mm)
- Mass: 330 ml Soft drink Can (350 gr.)





Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2009. ©Ramón Martínez

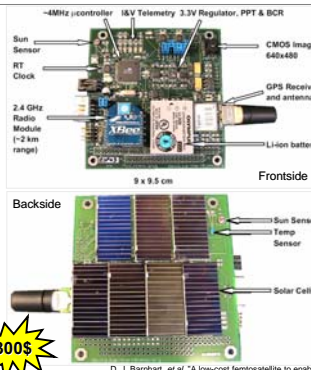
Femto-satellites (<0.1 kg). PCBSat

Subsystem	Typical (%)	Typical (mW)	Actual (mW)
Payload	40	25	10 ⁶
RF	15	10	1.5
DE	10	7	1.8
Comm	30	20	170 ⁶
ADCS	5	3.3	130 ⁶
Total	100	86	330

*Non duty cycled.

PCBSat current system configuration:

- System mass: 50g
- Dimensions: 9.6x3.5x3 cm (PC104)
- Cost: \$300 per prototype
- Payload: 640x480 CMOS Imager
- RF: 3.3V regulated system bus
- Power: 600mW solar solar array
- Battery: 645mAh Li-ion battery
- Peak power tracking
- Battery charge regulation
- 6-channel telemetry
- 864MHz microcontroller
- 3.6864MHz system clock
- Real time clock w/backup
- 2.4GHz, 50mW RF
- ZigBee protocol
- Signal strength telemetry
- Passive aerodynamic
- Two sun sensors
- GPS receiver
- Solar cell and battery temperature monitors
- TBD
- Propulsion: None planned



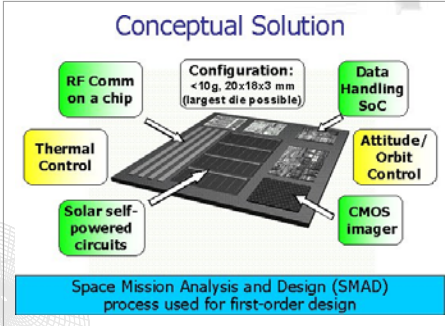
300\$

D. J. Barnhart, et al. "A low-cost femtosatellite to enable distributed space missions," Acta Astronautica, 64 (2009).

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2009. ©Ramón Martínez

Satellite-on-a-chip

Conceptual Solution



Configuration: <10g, 20x18x3 mm (largest die possible)

Space Mission Analysis and Design (SMAD) process used for first-order design

<http://www.ee.surrey.ac.uk/SSC/research/vlsi/spacechip>

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2009. ©Ramón Martínez

Contenidos

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
- **Misiones basadas en CubeSats**
 - ¿Quién?
 - ¿Curiosidades?
 - Ejemplos de misiones
 - Duración
 - Coste
- Iniciativas internacionales
- Actividades en la ETSIT-UPM
- Conclusiones

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2009. ©Ramón Martínez

Aplicaciones de los CubeSats

- Demostradores tecnológicos
- Mecanismos de despliegue
- Células solares
- Experimentos científicos
- Comunicaciones (radio, IP, etc.)
- Nuevos sensores
- Prueba de componentes comerciales
- Mejora del segmento terreno
- Constelaciones

El éxito de la misión se mide por el nivel de aprendizaje adquirido por los estudiantes

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2009. ©Ramón Martínez

Delfi-C3

ETSIT UPM

TABLE 1
Delfi-C3 SATELLITE INFORMATION

Quantity	Value
Altitude	650km
Velocity	7.3km/s
Inclination	97.982 degrees
Period	1h 37m 11s
Weight	2.5kg
Power consumption	2.5W
Downlink frequency	145MHz (VHF)
Uplink frequency	450MHz (UHF)

Experiments:
Thin Film Solar Cell Experiment (Dutch Space)
Autonomous Wireless Sun Sensor Experiment (TNO)

31

CanX

ETSIT UPM

Space Flight Laboratory

CanX-1

- CMOS Imager
- Active Three-Axis Magnetic Stabilization
- GPS Position Determination
- ARM7 On-Board Computer

CanX-2

- Atmospheric Spectrometer
- GPS Signal Occultation Experiment
- Atomic Oxygen Material Degradation Experiment
- Communications Protocol Experiment

32

CubeSats universitarios. Otros ejemplos

ETSIT UPM

- Delfi-C3**: test of novel technologies will be tested on board the satellite (3U):
 - Thin Film Solar Cell Experiment (Dutch Space)
 - Autonomous Wireless Sun Sensor Experiment (TNO)
- XI-IV**: ... mission is on-orbit verifications of the technology necessary for super-small satellite system. ... by extensively using commercial-off-the-shelf components, we drastically reduce the total development cost, and make the database on the space-use of the COTS parts.
- AAU Cubesat**: The main purpose for the AAU CubeSat project is for the involved students to achieve a great deal of knowledge about designing and constructing Space worthy technology, but the "scientific" mission of the AAU CubeSat is to take pictures of the surface of the Earth and particularly of Denmark by using the on-board camera.
- XATCOBEO**: This satellite is being developed for transporting two payloads: a software defined reconfigurable radio (SRAD) and a system for measuring the amount of ionizing radiation (RDS). There is also an experimental solar panel deployment system (PDM).

33

El satélite OPTOS (INTA)

ETSIT UPM

Objetivo de la primera misión OPTOS:

- Calificar la plataforma
- Realizar experimentos en
 - Magnetismo
 - Óptica
 - Radiación

Configuración externa

Configuración interna

34

CubeSats en Universidades

ETSIT UPM

PolySat California Polytechnic State University Satellite Project

SAINT LOUIS UNIVERSITY SPACE SYSTEMS RESEARCH LAB CUBESAT 2006-07

VORSat

CUTE

compass

Delfi-C

AAU CUBESAT

XATCOBEO

HEROPE

SEDSAT-1

KatySat

SSDL

MQsat-1

Delfi-nExt

HINOCUBE

35

CubeSats Teams

ETSIT UPM

MQsat-1

36

ETSIT UPM **Definición de la misión y éxito de un CubeSat**

AAU CUBESAT
Aalborg Universitys Studentsatellite

<http://www.cubesat.auc.dk/>

The **main purpose** for the AAU CubeSat project is for the involved students to achieve a great deal of knowledge about designing and constructing space worthy technology, but the "scientific" mission of the AAU CubeSat is to take pictures of the surface of the Earth and particularly of Denmark by using the on-board camera.

The images recorded by the satellite will later be transmitted to the ground station, located at Aalborg University, from where they will be distributed over the internet and made accessible for the general public.


Several success criteria have been defined. A basic success criteria in this case is, to develop and build a satellite which will be able to survive the launch and the hazardous environment in its orbit. Another success criteria is establishment of a communication link with the ground station informing about the status of the satellite.

Finally to point the on board camera towards a specific target on the ground, to take an image and to send this data down to the ground station, represents the final success criteria.

To summarize the above the mission **success criteria** are the following:

1. That the involved students have achieved some useful knowledge of space technology.
2. That communication is established with the satellite and housekeeping information is retrieved.
3. Take and download any picture.
4. Test ACS performance.
5. Take pictures of certain locations on earth.
6. Take pictures of celestial objects and experiment with the various subsystems.

Below a flyby over Denmark, while taking a picture, is shown, which is part of the 5th success criteria:



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Multidisciplinar**

About AAU CubeSat

A Student Satellite

AAU CubeSat is a student satellite project at the University of Aalborg, Denmark, which was initiated in the Summer of 2001. The satellite project is a joint venture of the following institutes:

- Institute of Electronic Systems
- Institute of Mechanical Engineering
- Institute of Computer Science, and
- Institute of Energy Technology.

The Mission

The main purpose for the AAU CubeSat project is for the involved students to achieve a great deal of knowledge about designing and constructing space worthy technology, but the "scientific" mission of the AAU CubeSat is to take pictures of the surface of the Earth and particularly of Denmark by using the on-board camera.

The images recorded by the satellite will later be transmitted to the ground station, located at Aalborg University, from where they will be distributed over the internet and made accessible for the general public.

Several success criteria have been defined. A basic success criteria in this case is, to develop and build a satellite which will be able to survive the launch and the hazardous environment in its orbit. Another success criteria is establishment of a communication link with the ground station informing about the status of the satellite.

Finally to point the on board camera towards a specific target on the ground, to take an image and to send this data down to the ground station, represents the final success criteria.

To summarize the above the mission success criteria are the following:

1. That the involved students have achieved some useful knowledge of space technology.
2. That communication is established with the satellite and housekeeping information is retrieved.



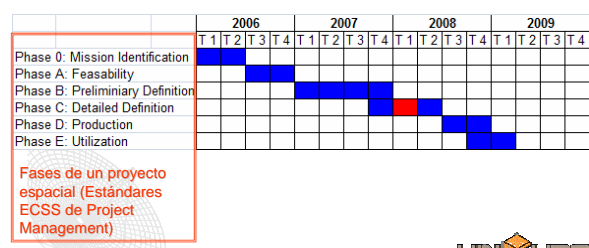
Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Documentación y fases**

Duración: 2-4 años
Estudiantes de diferentes perfiles ... y diferentes cursos
¡Es importante transferir el know-how en el tiempo!

	2006				2007				2008				2009			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Phase 0: Mission Identification	■															
Phase A: Feasibility		■														
Phase B: Preliminary Definition			■		■											
Phase C: Detailed Definition				■		■			■							
Phase D: Production										■			■			
Phase E: Utilization														■		


Fases de un proyecto espacial (Estándares ECSS de Project Management)



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Coste**

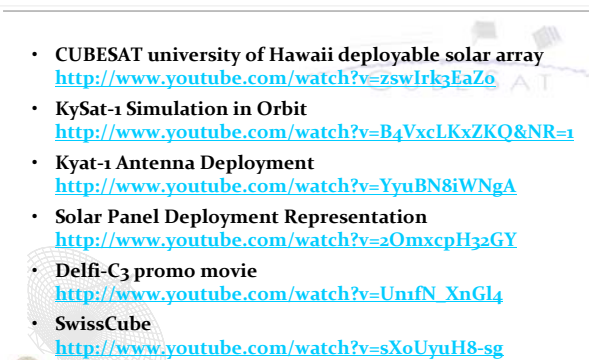
- **Lanzamiento: 50-150 k€/kg**
- **Desarrollo: 150-300 k€**
- **Varios: 25-50 k€**



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Videos**

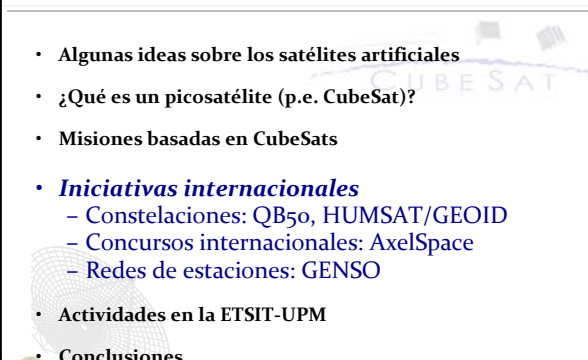
- CUBESAT university of Hawaii deployable solar array
<http://www.youtube.com/watch?v=zswlRk3EaZo>
- KySat-1 Simulation in Orbit
<http://www.youtube.com/watch?v=B4VxcLKxZKQ&NR=1>
- Kyat-1 Antenna Deployment
<http://www.youtube.com/watch?v=YyuBN8iWNgA>
- Solar Panel Deployment Representation
<http://www.youtube.com/watch?v=2OmxcPH32GY>
- Delfi-C3 promo movie
http://www.youtube.com/watch?v=UnifN_XnGL4
- SwissCube
<http://www.youtube.com/watch?v=sXoUyuH8-sg>



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Contenidos**

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
- Misiones basadas en CubeSats
- **Iniciativas internacionales**
 - Constelaciones: QB50, HUMSAT/GEOD
 - Concursos internacionales: AxelSpace
 - Redes de estaciones: GENSO
- Actividades en la ETSIT-UPM
- Conclusiones



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

QB50

An international network of 50 CubeSats in low Earth orbits for lower thermosphere and re-entry research

- Vida útil: 3 meses (320-90 km)
- Participantes de Europa, Japón, Canadá, Rusia, Latinoamérica, Taiwán, USA, ...
- Lanzamiento múltiple en 2014
- Tiempo de desarrollo: 3 años

Oportunidad para la ETSIT-UPM para desarrollar, lanzar y operar un CubeSat




Picosatélites/CubeSats, Investigación especial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2010. ©Ramón Martínez

QB50 - THE IDEA

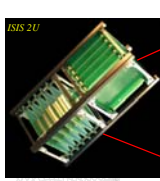

On a Double CubeSat (10 x 10 x 20 cm³):

Science Unit:
Lower Thermosphere Measurements
Sensors to be selected by a Working Group
Standard sensors for all CubeSats

Functional Unit:
Power, CPU, Telecommunication, IMU, GPS

Optional Technology or Science Package
Universities are free to design the functional unit

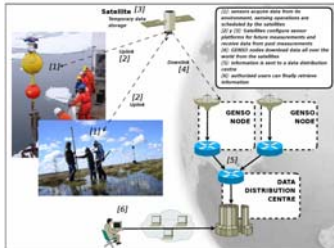
<http://www.vki.ac.be/qb50>

Picosatélites/CubeSats, Investigación especial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2010. ©Ramón Martínez

HumSAT/GEOID

The main purpose of the HumSAT system is the development of a satellite-based system for connecting a set of users with a network of worldwide distributed sensors which they have previously deployed.



¿Cómo participar?

- Desarrollando un CubeSat
- Desarrollando un sensor
- Estación de tierra para GENSO

<http://www.humsat.org/>

Picosatélites/CubeSats, Investigación especial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2010. ©Ramón Martínez

AXELSPACE (Contest)

Nano-satellite Constellation Mission Idea Contest

- Proponer un concepto de misión y operaciones viable y original de una constelación de nanosatélites (<15 kg) que ofrezca a la sociedad datos, servicios y aplicaciones sostenibles y de gran utilidad
- Enviar documento de 5 páginas
- Premio: metálico + viaje a Japón + revista + financiación
- Deadline: 20 de diciembre de 2010

<http://www.axelspace.com/>



Picosatélites/CubeSats, Investigación especial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2010. ©Ramón Martínez

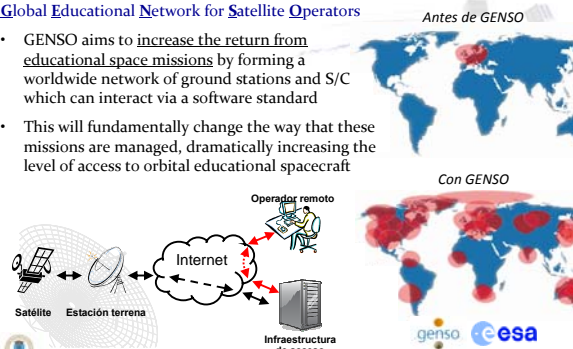
GENSO: Red global de seguimiento

Global Educational Network for Satellite Operators

- GENSO aims to increase the return from educational space missions by forming a worldwide network of ground stations and S/C which can interact via a standard
- This will fundamentally change the way that these missions are managed, dramatically increasing the level of access to orbital educational spacecraft

Antes de GENSO

Con GENSO



Picosatélites/CubeSats, Investigación especial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2010. ©Ramón Martínez

Estación de tierra



Estación de tierra del Navvik University College (misiones NCube2, HinCube)



Posicionador



Transceptor TNC



Ground segment architecture

Picosatélites/CubeSats, Investigación especial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2010. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Contenidos**

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
- Misiones basadas en CubeSats
- Iniciativas internacionales
- **Actividades en la ETSIT-UPM**
 - Constelaciones: QB50, HUMSAT/GEOID
 - Concursos internacionales: AxelSpace
 - Redes de estaciones: GENSO
- Conclusiones

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **TelCUBE**



Autor: Pablo Álvarez Vinyagre
Agradecimientos a Sara Álvarez Vinyagre y Pablo Muñoz Galindo



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Interés para los estudiantes**

- Formación en Tecnología Espacial**
- Posibilidad de lanzar y operar un satélite**
- Proyecto educativo "profesional": documentación y fases**
- Proyecto multidisciplinar**
- Formación práctica: Hands-on experience**
- Entorno internacional**
- Aspecto diferencial en el CV**
- Contacto con la industria espacial y salidas profesionales**
- Spin-offs**
- Reconocimiento académico (LE, PFC, etc.)**

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Participación en congresos internacionales**

**PRELIMINARY PROGRAMME
Second European CubeSat Workshop
20-22 January 2009
Room: Newton 1+2, ESA/ESTEC, Noordwijk, The Netherlands**





Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Spin-off**

- ISIS - Innovative Solutions In Space BV
- Fundada en 2006 por 5 estudiantes que participaron en el Delfi-C3
- Más de 25 jóvenes empleados
- Conceptos avanzados y nuevas ideas



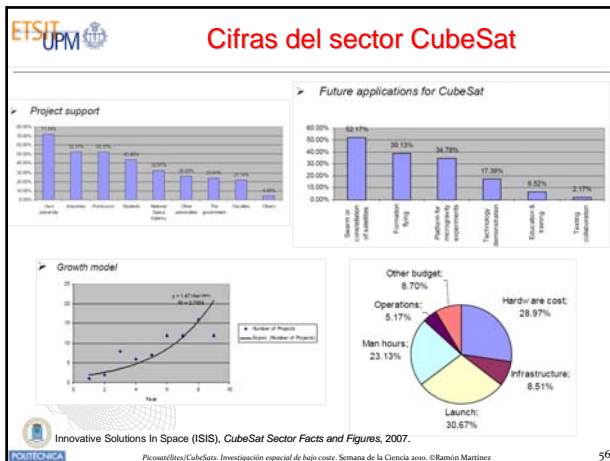

Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez

ETSIT UPM **Para trabajar un CubeSat Project...**

- Motivación, interés, ganas de aprender**
- Formación técnica**
- Imaginación**



Picosatélites/CubeSats. Investigación espacial de bajo coste. Semana de la Ciencia 2000. ©Ramón Martínez



ETSIT UPM

Master in Space Technology

<http://www.mst-upm.es>



62

ETSIT UPM

Contenidos

- Algunas ideas sobre los satélites artificiales
- ¿Qué es un picosatélite (p.e. CubeSat)?
- Misiones basadas en CubeSats
- Iniciativas internacionales
- Actividades en la ETSIT-UPM
- **Conclusiones**
 - Mensaje
 - Algunas cifras
 - El futuro

63

ETSIT UPM

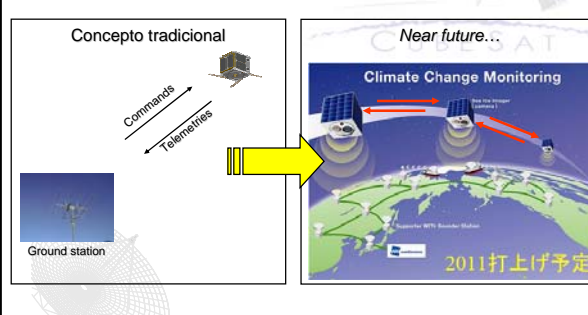
Mensaje

- El sector espacial ofrece muchas oportunidades de empleo cualificado para diferentes perfiles
- **La industria está apostando por plataformas de pequeño tamaño (nanos y picosatélites)**
- Los proyectos de innovación para el diseño, construcción y operación de picosatélites fomentan el enfoque práctico de las enseñanzas universitarias
- **El futuro está en:**
 - Las aplicaciones
 - Constelaciones y vuelo en formación
 - Innovación para reducir el coste de los proyectos de espacio
- Los retornos de los proyectos de espacio son elevados

64

ETSIT UPM

Nuevos conceptos



65

ETSIT UPM

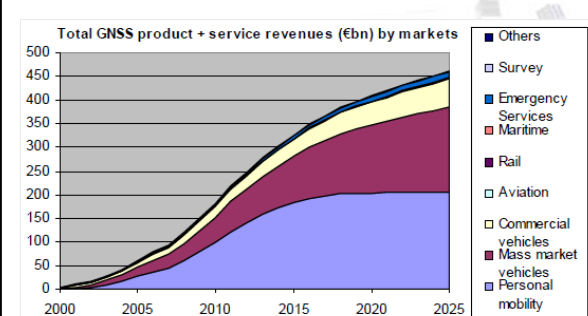
Algunas cifras interesantes

- La contribución anual de España en la ESA es de ... 190 M€
- Un satélite en una órbita GEO se mueve a ... 3 km/s
- El número de satélites operacionales catalogados es de ... 997
 - El número de objetos espaciales es de ... 16.068
 - Como resultados de la colisión entre los satélites Iridium 33 y Cosmos 2251, el número de objetos catalogados es de ... 1875
- El tiempo máximo de un objeto en órbita LEO después de acabar su misión es de ... 25 años
- El coste del sistema europeo de navegación por satélite Galileo se estima en ... 3.2 B€

66

ETSIT UPM

Algunas cifras interesantes



GNSS: Global Satellite Navigation Services

Fuente: ESA

67